МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СХЕМ ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ КОНДИЦИОНЕРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПАРОВОДЯНЫХ ЭЖЕКТОРНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1987

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СХЕМ ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ КОНДИЦИОНЕРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПАРОВОДЯНЫХ ЭЖЕКТОРНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПО "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"
Москва 1987

УДК 621.311.17:628.84

С О С Т А В Л Е Н О предприятием "Средазтехэнерго" Производственного объединения по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей "Союзтехэнерго"

И С П О Л Н И Т Е Л Ь В.И.СВЕЧАРНИК

У Т В Е Р Ж Д Е Н О предприятием "Средазтехэнерго" 30.07.86 г.
Главный инженер Л.А.ГОЙХМАН

© СПО Союзтехэнерго, 1987.

Главным инженерам районных энергетических управлений, электростанций, отделений институтов "Атомтеплоэлектропроект" и ВНИПИэнергопром, завода "Компрессор"

Направляем вам "Рекомендации по оптимизации схем хладоснабжения кондиционеров при использовании пароводяных эжекторных холодильных машин на электростанциях", разработанные на основании опыта эксплуатации холодильных машин на ряде предприятий отрасли, опыта пусконаладочных, экспериментальных и проектно-конструкторских работ предприятия "Средазтехэнерго", а также анализа руководящих технических материалов и конкретных проектных решений ВПТИ "Атомтеплоэлектропроект".

Главный инженер К.В.ШАХСУВАРОВ

I. Системы кондиционирования воздуха (СКВ) с хладоснабжением от пароводяных эжекторных холодильных машин (ПЭХМ) широко применяются на электростанциях отрасли, накоплен достаточно богатый опыт их эксплуатации [I], однако проектные решения по компоновке оборудования СКВ, схемам хладоснабжения кондиционеров и технологических трубопроводов ПЭХМ часто недостаточно продуманы, что приводит к усложнению схем, повышению эксплуатационных затрат и снижению эффективности работы СКВ.

2. Характерные недостатки схем хладоснабжения кондиционеров и компоновок оборудования СКВ при использовании ПЭХМ:

2.I. Схемы хладоснабжения предусматриваются в основном открытыми с обработкой воздуха в оросительных камерах кондиционеров. Это приводит к циклическому насыщению хладоносителя воздухом, существенному увеличению нагрузки воздушных эжекторов I и II ступеней (для ПЭХМ типа I8ЭП - в 3-4 раза), снижению надежности работы ПЭХМ, усложнению схем хладоснабжения за счет появления одной-двух дополнительных групп насосов перекачки хладоносителя и, следовательно, усложнению схем автоматизации систем, ухудшению химического состава приточного воздуха в результате его непосредственного контакта с загрязненным хладоносителем, уносу некоторого количества влаги из оросительной камеры, переувлажнению приточного воздуха, коррозии оборудования СКВ и др.

2.2. Не всегда оптимальной является компоновка оборудования СКВ: при установке ПЭХМ на отметках выше I0-I2 м не обеспечивается самотечный ("барометрический") отвод хладоносителя и конденсата от ПЭХМ, взаимная высотная привязка оборудования не позволяет упростить схемы хладоснабжения при сохранении надежности их работы и предотвратить работу насосов в режиме вакуума на стороне всасывания.

2.3. Не предусматривается или предусматривается не в полном объеме резервирование оборудования СКВ.

2.4. Не обеспечивается необходимый кавитационный запас на стороне всасывания насосов холодной воды и конденсатных насосов, что приводит к частому выходу их из строя. Даже при обеспечении расчетного кавитационного запаса наличие вакуума во всасывающем трубопроводе значительно снижает надежность работы насоса (применяются в основном консольные насосы), увеличиваются присосы воздуха.

2.5. Не предусматриваются меры, предотвращающие присосы воздуха на стороне всасывания насосов, работающих под вакуумом:

- устройство воздухосборников перед всасывающими патрубками насосов;

- отвод воздуха от воздухосборников к соответствующим штуцерам ПЭХМ трубопроводами достаточного сечения и с постоянным подъемом (не менее 30°);

- реконструкция сальников консольных насосов для устранения подсосов воздуха через резервный насос.

2.6. Не выполняется требование завода - изготовителя ПЭХМ о необходимой высотной привязке подводящего и отводящего коллекторов хладоносителя к оси испарителя для создания гидрозатворов при отключении части секций испарителя.

2.7. Трассировка трубопроводов хладоносителя, подсоединяемых к подводящему и отводящему коллекторам испарителя, не обеспечивает нормальной работы ПЭХМ. При подъеме трубопровода холодной воды выше нормального уровня в испарителе происходит переполнение испарителя, приводящее к снижению хладопроизводительности ПЭХМ, а иногда к полной неработоспособности машины.

При подъеме трубопровода отепленной воды выше разбрызгивающих труб испарителя возможен разрыв струи в трубопроводе и нарушение нормальной подачи воды в испаритель, увеличиваются затраты энергии на подачу отепленного хладоносителя к ПЭХМ.

2.8. Подвод рабочего пара к ПЭХМ выполняется от источника, давление в котором может снижаться до недопустимого значения, либо со степенью сухости пара менее 94%. Не предусматривается резервирование подачи пара от другого источника, эффективное осушение (сепарация, подогрев и др.) пара перед ПЭХМ.

2.9. В связи с ненадежной работой конденсатных насосов (см. п.2.4) иногда осуществляется самотечный отвод конденсата от главного конденсатора ПЭХМ на стороне всасывания насоса холодной воды. Это мероприятие нецелесообразно, так как приводит к потерям

хладопроизводительности ПЭХМ и конденсата (применительно к машине I8ЭП соответственно 25% и 2,5 т/ч).

2.I0. Трубопроводы перелива и уравнительная перемычка баков холодной и отепленной воды не предусматриваются либо имеют недостаточную пропускную способность, что приводит к повреждению баков при отключении откачивающих насосов и быстром сливе в баки воды из расположенных над ними оборудования и трубопроводов, а также бесполезной потере хладоносителя при значительном небалансе в подаче и удалении хладоносителя из баков.

2.II. Подпитка систем хладоснабжения СКВ предусматривается не в баки холодной либо отепленной воды, а в испаритель ПЭХМ, что не обеспечивает соответствия подпитки утечкам.

2.I2. Не обеспечивается возможность периодического проведения эксплуатационных скоростных промывок систем хладоснабжения.

2.I3. Насосы оросительных камер кондиционеров устанавливаются выше нормального уровня воды в поддонах камер. Это приводит к затруднениям при запуске насосов, частым отказам в работе и выходу их из строя.

2.I4. Не предусматривается установка фильтров перед регулирующими клапанами на подаче хладоносителя к оросительным камерам кондиционеров. Использование для регулирования трехходового смесительного клапана 27ч905нж имеет ряд недостатков: поскольку максимально допустимая разность давлений смешиваемых сред (воды из поддона кондиционера и хладоносителя от насоса холодной воды), подводимых к клапану, не должна превышать 0,I МПа (I кгс/см^2), для нормальной работы клапана необходима установка дополнительного бака холодной воды вместимостью I,0-I,5 м^3 на отметке размещения кондиционера (усложнение схемы); в связи с малым расстоянием от отметки установки кондиционера до оси присоединительных фланцев по воде на поддоне оросительной камеры затруднена установка регулирующего клапана в вертикальном положении и подвод трубопровода к его нижнему штуцеру.

2.I5. Трубопроводы отвода отепленной воды от поддонов оросительных камер к баку отепленной воды (БОВ) имеют недостаточную пропускную способность, что приводит к переполнению камер, попаданию воды в остальные секции кондиционеров и на отметки обслуживания.

2.16. Не предусматриваются линии дренирования камер обслуживания, приемных и присоединительных блоков кондиционеров.

2.17. Подключение трубопроводов охлаждающей воды конденсаторов ПЭХМ производится к участкам циркуляционных трубопровдов, отключаемым при ремонте одного энергоблока, а для электростанций с оборотной системой циркуляционного водоснабжения не предусматривается резервный источник охлаждающей воды, обеспечивающий нормальную работу ПЭХМ в периоды повышения температуры циркуляционной воды свыше допустимой (28°С для машин 5Э1 и 18Э1; 30°С - для 16Э и 17Э1).

2.18. Заводское исполнение трубопроводов подачи охлаждающей воды к блоку вспомогательных конденсаторов (для машин 16Э, 17Э1 и 18Э1) не позволяет снижать в допустимых случаях расход охлаждающей воды на главный конденсатор при сохранении постоянства расхода воды на блок вспомогательных конденсаторов.

2.19. Не предусматривается фильтрация охлаждающей воды конденсаторов ПЭХМ, что приводит к быстрому засорению конденсаторов ракушками, мусором и др.

2.20. Не предусматривается автоматизация поддержания требуемого давления рабочего пара перед ПЭХМ, защита машины от аварийного повышения уровня в испарителе, измерения расходов рабочего пара, хладоносителя и охлаждающей воды конденсаторов.

3. Перечисленные недостатки схем хладоснабжения кондиционеров и компоновок оборудования СКВ выявлены (в различных сочетаниях) на всех обследованных электростанциях, основными причинами их являются упущения при проектировании. В проектах допускаются нарушения требований завода-изготовителя ПЭХМ и руководящих технических материалов (РТМ) по проектированию СКВ, некоторые требования РТМ нечетко сформулированы, допускают неоднозначность их трактования, противоречат действующим нормативным документам [2-4], в РТМ не учтен передовой опыт эксплуатации СКВ.

Обследование состояния оборудования СКВ с ПЭХМ, обобщение опыта эксплуатации этих систем на электростанциях, результаты пусконаладочных, экспериментальных и проектно-конструкторских работ, выполненных предприятием "Средазтехэнерго", позволяют предложить ряд рекомендаций по оптимизации проектируемых и находящихся в эксплуатации схем хладоснабжения кондиционеров и технологических трубопроводов ПЭХМ, компоновки оборудования СКВ.

4. Рекомендации разработаны в развитие и дополнение Информационного письма № I6-85 [I], их требования обязательны при реализации трех предлагаемых схем хладоснабжения кондиционеров от ПЭХМ (рис.I-3). Каждая из предлагаемых схем является оптимальной для определенных условий, целесообразность реализации конкретной схемы определяется возможностями компоновки ПЭХМ и кондиционеров в пределах электростанции, а также типом секций для тепловлажностной обработки воздуха.

5. Должны приниматься все меры для установки ПЭХМ на высоте, при которой обеспечивается барометрический отвод холодной воды и конденсата от машин, и комплектования кондиционеров поверхностными теплообменниками, обеспечивающими требуемое охлаждение воздуха в летний период.

6. При проектировании следует предусматривать сооружение централизованных станций хладоснабжения потребителей в первую очередь для помещений, размещенных относительно близко от постоянного торца электростанции (центральный и первый блочный щиты управления, помещения АСУ, объединенный вспомогательный и инженерно-лабораторный корпуса, столовая и др.).

7. Станция может быть укомплектована мощными ПЭХМ (I6Э,I7ЭП) с барометрическим отводом холодной воды и конденсата, работающими параллельно на общую систему хладоснабжения (рис.4).

8. Схемы хладоснабжения кондиционеров и технологических трубопроводов ПЭХМ,приведенные на рис.I-4, являются принципиальными, запорная арматура на них показана не в полном объеме. Отдельные узлы технологических трубопроводов, общие для всех приведенных схем (подвод рабочего пара, барометрический отвод конденсата, охлаждающая вода конденсаторов), даны в полном объеме только на рис.I.

9. В рекомендациях по реализации СКВ с ПЭХМ отражены экстремальные (для наиболее неблагоприятных режимов эксплуатации) условия возможности использования различных схем хладоснабжения. При проработке конкретных схем должны быть учтены реальные условия эксплуатации СКВ (барометрическое давление, температура кипения в испарителе машины, гидравлическое сопротивление трубопроводов).

IO. Наиболее универсальной, экономичной, надежной и удобной в эксплуатации является закрытая схема хладоснабжения кондиционеров с баком холодной воды (он же аккумулятор холода) и барометрическим отводом холодной воды и конденсата от ПЭХМ (см.рис.I):

- циркуляция хладоносителя обеспечивается только одной группой насосов;

- снимаются какие-либо ограничения по высотной привязке кондиционеров относительно ПЭХМ (в том числе вследствие затруднений в трассировке относительно протяженных самотечных трубопроводов отвода отепленной воды от кондиционеров);

- реализована возможность хладоснабжения кондиционеров в переходные периоды года от системы циркуляционного водоснабжения электростанции или резервного источника;

- при снижении потребности в холоде обеспечивается его аккумуляция в баке холодной воды;

- отпадает необходимость в установке и эксплуатации конденсатного насоса, уменьшаются потери тепла за счет отвода в цикл электростанции более горячего конденсата от вспомогательных конденсаторов;

- с минимальными трудозатратами обеспечивается проведение эксплуатационных скоростных промывок системы хладоснабжения;

- значительно упрощается схема автоматизации системы хладоснабжения (не требуется регулирование уровней в испарителе и конденсаторе ПЭХМ), не требуется защита машины от переполнения испарителя и недопустимого повышения давления в ней;

- за ненадобностью могут быть демонтированы смотровые стекла указателей уровня испарителя и конденсатора, поплавковый регулятор уровня в испарителе, узел установки предохранительного разрывного устройства на испарителе и ряд неиспользуемых штуцеров и бобышек (повышение плотности вакуумной системы).

Для вновь проектируемых СКВ реализация закрытых схем хладоснабжения облегчается переходом промышленности на выпуск кондиционеров новой серии КТЦ2 и КТЦ2А с комплектацией их блоками тепломассообмена (БТМ). Максимально разрешенная комплектация БТМ восьмирядными поверхностными теплообменниками обеспечит требуемые круглогодичные режимы обработки воздуха практически для всех зон страны.

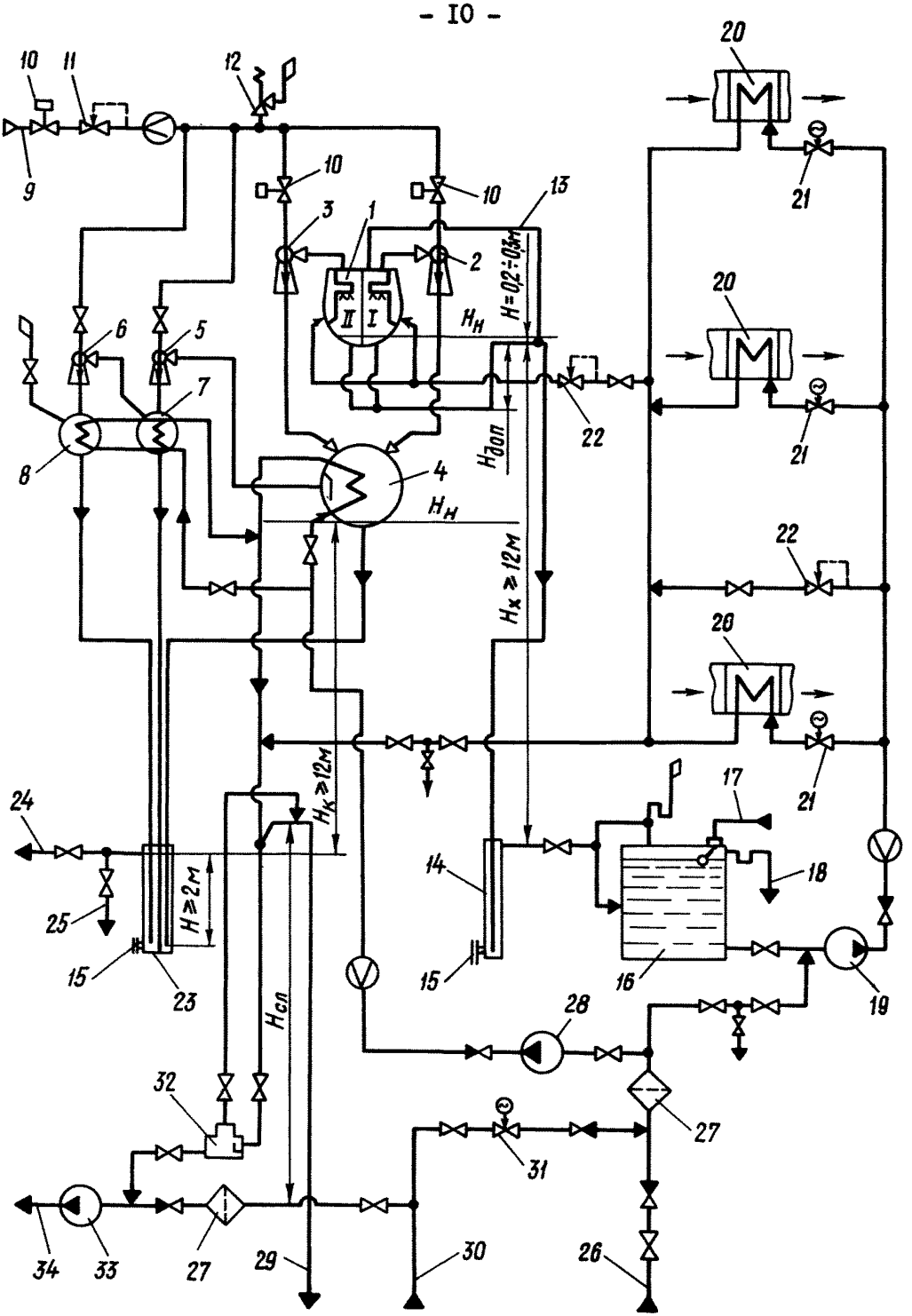
10
11
12
9
10
10
3
1
2
13
H=0,2÷0,3м
II
I
$H_н$
6
5
7
8
4
$H_{доп}$
22
$H_н$
$H_к \geq 12м$
20
21
20
21
22
20
21
24
25
15
23
$H \geq 2м$
$H_к \geq 12м$
$H_{сп}$
14
15
17
18
16
19
28
27
32
31
34
33
27
29
30
26

Рис.I. Закрытая схема хладоснабжения кондиционеров с барометрическим отводом холодной воды и конденсата:

I - испаритель холодильной машины; 2 - главный эжектор I секции испарителя; 3 - главный эжектор II секции испарителя; 4 - главный конденсатор холодильной машины; 5 - вспомогательный эжектор I ступени; 6 - вспомогательный эжектор II ступени; 7 - вспомогательный конденсатор I ступени; 8 - вспомогательный конденсатор II ступени; 9 - рабочий пар; I0 - клапан (вентиль) с электромагнитным приводом (отсечной); II - регулирующий клапан "после себя"; I2 - предохранительный клапан; I3 - уравнительный трубопровод; I4 - гидрозатвор хладоносителя; I5 - съемный лючок; I6 - бак холодной воды; I7 - химически обессоленная (очищенная) вода; I8 - трубопровод перелива бака; I9 - насос холодной воды; 20 - поверхностные теплообменники блока тепломассообмена кондиционера;2I - узел регулирования подачи хладоносителя к кондиционеру (с клапаном 27ч93Iнж); 22 - регулирующий клапан "до себя"; 23 - гидрозатвор конденсата; 24 - конденсат в цикл станции; 25 - загрязненный конденсат; 26 - от напорных циркуляционных водоводов; 27 - фильтр; 28 - насос охлаждающей воды; 29 - к сбросным циркуляционным водоводам; 30 - подпиточная вода циркуляционной системы; 3I - регулирующий клапан подмеса; 32 - воздухоотделитель; 33 - насос сырой воды; 34 - ВПУ

$H_н$ - нормальный уровень; $H_{сл}$ - высота гидрозатвора

II. При реализации СКВ с ПЭХМ в соответствии с рис.I необходимо выполнять следующие требования:

II.I. Подвод рабочего пара к ПЭХМ осуществлять от надежного источника, давление в котором примерно на 0,3 МПа (3 кгс/см^2) выше указанного в паспорте завода - изготовителя машины. Это позволит обеспечить устойчивую работу машины при кратковременном повышении температуры охлаждающей воды, засорении конденсатора, увеличении присоса воздуха и др.

Температура пара не должна превышать 250°С (оптимальный перегрев пара 30-50°С), при подаче на машину влажного пара со степенью сухости ниже 94% предусмотреть его эффективное осушение (сепарацию, подогрев в электропароперегревателе и др.).

На общем трубопроводе подвода рабочего пара к ПЭХМ предусмотреть расходомер, регулирующий клапан II (см.рис.I) поддержания избыточного давления пара перед эжекторами машины в диапазоне 0,5-I,0 МПа (5-I0 кгс/см^2) с точностью 30 кПа (0,3 кгс/см^2), предохранительный клапан I2 (при возможности увеличения давления пара выше разрешенного заводом-изготовителем) и отсечной клапан I0, автоматически прекращающий доступ пара к машине при возникновении аварийных режимов.

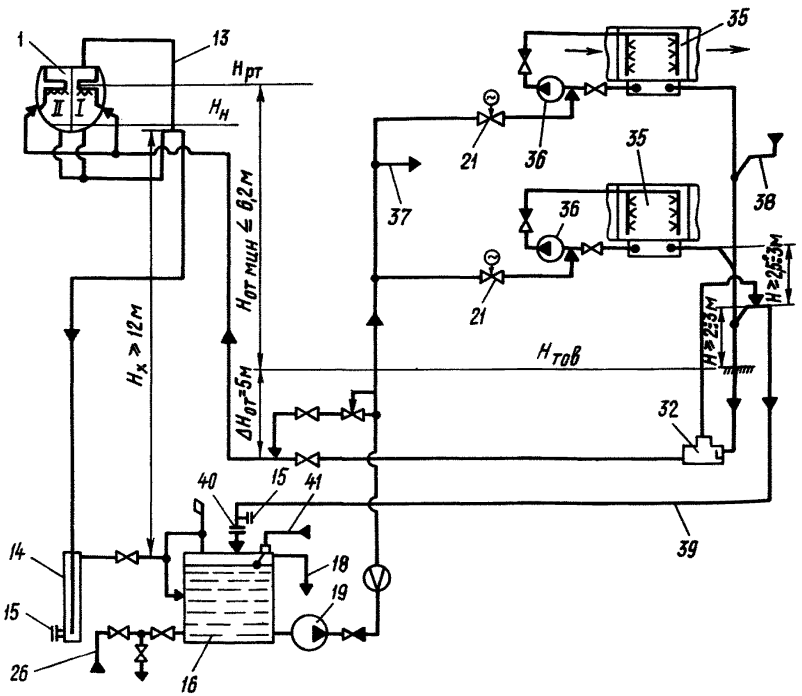

Рис.2. Открытая схема хладоснабжения кондиционеров с барометрическим отводом холодной воды и конденсата:

35 - оросительная камера кондиционера; 36 - насос оросительной камеры; 37 - холодная вода к кондиционеру; 38 - отепленная вода от кондиционера; 39 - трубопровод перелива системы хладоснабжения; 40 - фланцы для установки заглушки; 41 - химически очищенная вода питьевого качества;

$H_{рт}$ - уровень в разбрызгивающих трубах; $H_{тов}$ - уровень в трубопроводах отепленной воды; $H_{от}$ - высота гидрозатвора

(Остальные обозначения см.рис.I)

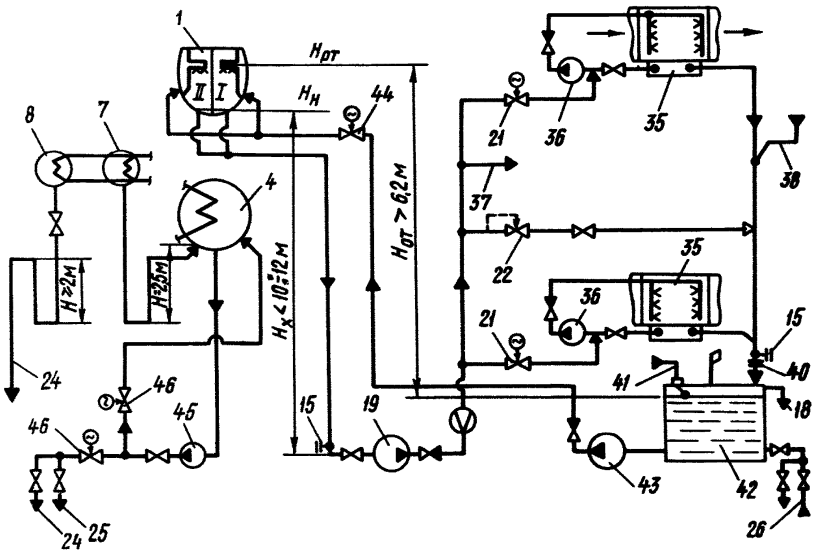

Рис.3. Открытая схема хладоснабжения кондиционеров с откачкой холодной воды и конденсата насосами:

42 - бак отепленной воды; 43 - насос отепленной воды; 44 - регулирующий клапан уровня в испарителе; 45 - конденсатный насос; 46 - регулирующий клапан уровня в конденсаторе

(Остальные обозначения - см.рис.I и 2)

II.2. Предусматривать установку ПЭХМ на высоте при которой обеспечивается барометрический отвод холодной воды и конденсата при всех возможных режимах работы СКВ. Высота гидравлических затворов $H_Х$ и $H_К$ в барометрических трубах, определенная по формуле 5.I4 [5] при гидравлическом сопротивлении труб I4,7 кПа (0,I5 кгс/см^2), барометрическом давлении I0I кПа (760 мм рт.ст.), давлении в испарителе 757 Па (5,7 мм рт.ст., что соответствует температуре кипения 3°С) и давлении в конденсаторе 4920 Па (37 мм рт.ст.), составляет порядка I2 м.

II.3. Выполнять требование завода - изготовителя ПЭХМ о необходимой высотной привязке подводящего и отводящего коллекторов хладоносителя к оси испарителя, при которой обеспечивается создание гидрозатворов и работоспособность машины при отключении части секций испарителя.

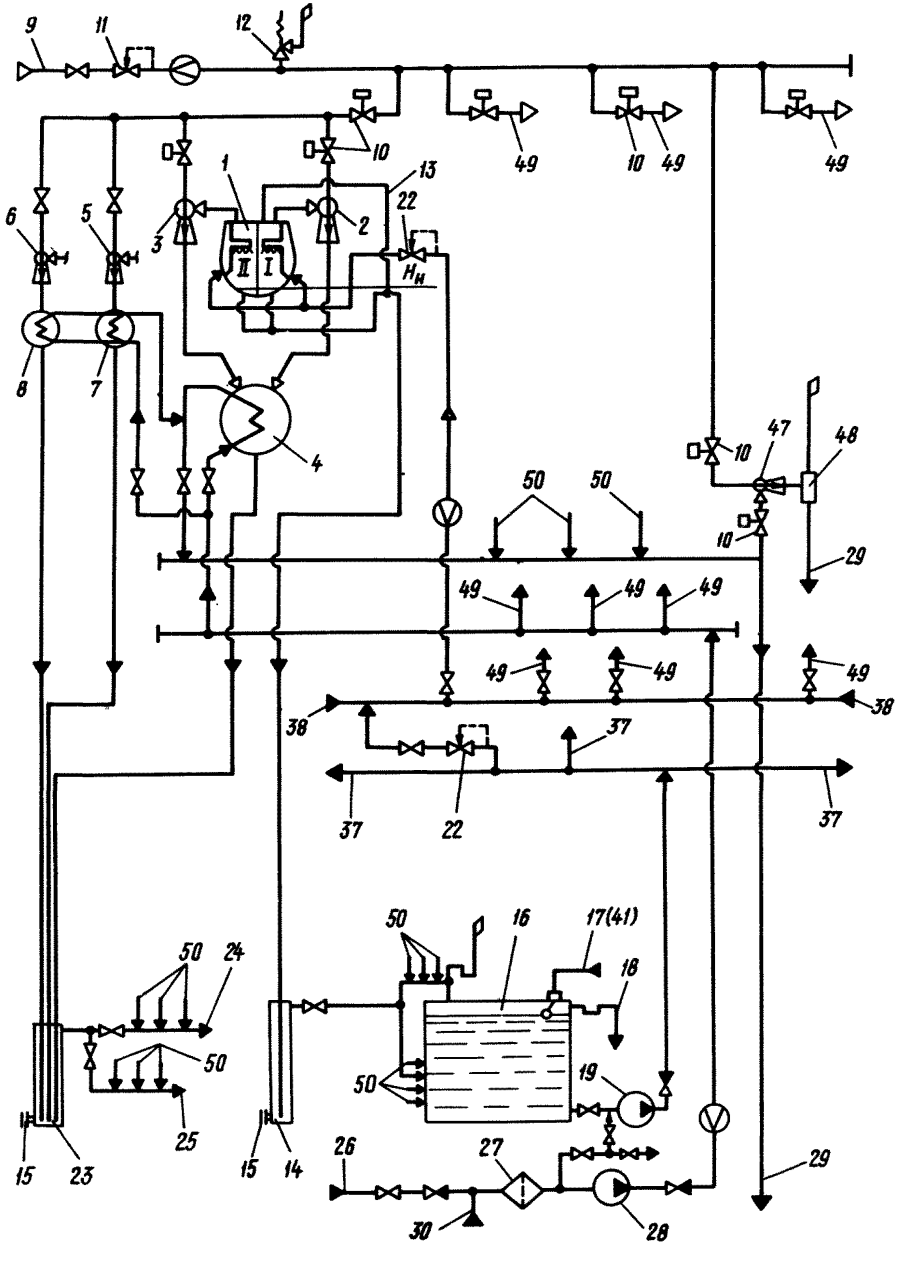
9
11
12
10
49
10
49
49
13
1
22
3
2
6
5
II
I
$H_н$
8
7
4
10
47
48
50
50
10
29
49
49
49
49
49
49
49
38
38
37
37
22
37
50
16
17(41)
18
50
24
50
50
19
25
15
23
15
14
26
27
29
30
28

Рис.4. Схема технологических трубопроводов холодильной станции с барометрическим отводом холодной воды и конденсата:
47 - эжектор циркуляционной системы; 48 - расширитель; 49 - к холодильной машине; 50 - от холодильной машины
(Остальные обозначения - см.рис.I и 2)

Для предотвращения прорыва гидрозатвора при работе отводящего коллектора неполным сечением на трубопроводе холодной воды предусмотреть дополнительный гидрозатвор высотой $H_{доп}$. Располагать его необходимо возможно ближе к ПЭХМ, отметка трубопровода в верхней точке гидрозатвора должна быть ниже отметки нормального уровня воды в испарителе на значение гидравлического сопротивления участка трубопровода между испарителем и гидрозатвором (приблизительно на 200-300 мм), для беспрепятственного отвода холодной воды от испарителя верхнюю точку гидрозатвора соединить с паровым пространством I-й секции испарителя уравнительным трубопроводом I3 с внутренним диаметром не менее 32 мм (без арматуры).

II.4. Трубопровод холодной воды от испарителя машины до гидрозатвора хладоносителя I4 выполнять с минимальным гидравлическим сопротивлением, при трассировке трубопровода избегать горизонтальных участков (исключение - отводящий коллектор испарителя).

II.5. Гидрозатвор хладоносителя I4 выполнить типа "труба в трубе", его вместимость должна превышать вместимость трубопровода холодной воды, залитого на высоту $H_x \geqslant$ I2 м.

II.6. Отметку трубы, отводящей воду от гидрозатвора I4 к баку холодной воды (БХВ) I6, принять немного выше максимального уровня воды в баке. Это позволит уменьшить силу и продолжительность гидроударов в момент сброса пара при аварийном повышении давления в испарителе ПЭХМ. Ввод холодной воды от гидрозатвора I4 в БХВ I6 выполнить под уровень(желательно рассредоточенно) для уменьшения турбулизации верхнего слоя воды в баке и насыщения ее воздухом.

II.7. Вместимость БХВ, согласно РТМ, принимать не менее 5-I0% часового расхода воды, циркулирующей в системе хладоносителя. Увеличение вместимости БХВ позволяет снизить расчетную хладопроизводительность ПЭХМ, улучшить климатические условия в кондиционируемых помещениях в наиболее жаркий период дня.

Предусмотреть трубопроводы слива и перелива воды из БХВ, соединения его с атмосферой (БХВ служит также для отвода в атмосферу пара при аварийном повышении давления в испарителе ПЭХМ). На трубопроводах перелива и соединения с атмосферой предусмотреть небольшие гидрозатворы, уменьшающие насыщение хладоносителя воздухом, но не допускающие повышение давления в баке выше расчетного.

II.8. Подпитку системы хладоснабжения осуществлять только в БХВ через поплавковый регулятор уровня.

Для предотвращения постепенного повышения жесткости хладоносителя в результате упаривания и ухудшения в этой связи качества конденсата, отводимого в цикл электростанции, подпитку системы хладоснабжения осуществлять химически обессоленной (очищенной) водой. Ориентировочный расход на подпитку системы (без учета неорганизованных утечек хладоносителя) I70–200 кг/ч на I00 тыс.ккал/ч хладопроизводительности ПЭХМ. Предусмотреть подвод подпиточной воды для заполнения гидрозатворов на трубопроводах обвязки БХВ.

II.9. Предусмотреть установку одного резервного насоса холодной воды I9 на группу насосов, на общем напорном трубопроводе холодной воды до кондиционеров предусмотреть расходомер.

II.I0. Обвязку узлов регулирования 2I на подачи хладоносителя к кондиционеру выполнять строго в соответствии с типовыми конструкциями, изделиями и узлами зданий и сооружений.

II.II. При комплектации БТМ кондиционеров поверхностными теплообменниками с общим числом рядов трубок более 4 для возможности ремонта предусматривать установку между теплообменниками камер обслуживания.

II.I2. Предусмотреть регулирующий клапан 22 на линии байпасирования БТМ кондиционеров для обеспечения сохранения расчетного расхода циркуляции хладоносителя при уменьшении потребности кондиционеров в холоде и аккумуляции холода в БХВ.

II.I3. Предусмотреть регулирующий клапан 22 на подводе отепленной воды к ПЭХМ для обеспечения поддержания небольшого – I5–20 кПа (0,I5–0,2 кгс/см^2) – избыточного давления "до себя" для ограничения вакуумной зоны и уменьшения присосов воздуха в систему хладоснабжения. Устанавливать в непосредственной близости от испарителя I машины.

II.I4. Трубопроводы отвода конденсата к гидрозатвору 23 выполнять с минимальным гидравлическим сопротивлением (особенно от главного конденсатора 4 и вспомогательного конденсатора I ступени 7), при трассировке трубопроводов избегать горизонтальных участков.

II.I5. Для предотвращения прорыва пара из вспомогательного конденсатора II ступени 8 высоту гидрозатвора 23 предусматривать не менее 2 м, вместимость гидрозатвора должна превышать вместимость конденсатопроводов, залитых на высоту $H_K \geq I2$ м.

II.I6. Подключение трубопроводов охлаждающей воды конденсаторов ПЭХМ производить к циркуляционным водоводам электростанции, остающимся в работе при отключении отдельных энергоблоков. Для фильтрации воды могут быть использованы фильтры ФС-250 и ФС-400 (количество - в соответствии с расходом охлаждающей воды на ПЭХМ).

II.I7. Предусмотреть установку одного резервного насоса охлаждающей воды 28 на группу насосов, на напорном трубопроводе предусмотреть расходомер.

II.I8. Вместо заводского трубопровода подвода охлаждающей воды к блоку вспомогательных конденсаторов смонтировать трубопровод с запорной арматурой и забором воды до отключающей задвижки главного конденсатора.

II.I9. Для обеспечения надежной работы ПЭХМ при повышении температуры охлаждающей воды сверх допустимой (в основном при оборотной системе циркуляционного водоснабжения электростанции) предусматривать возможность подачи более холодной воды от резервного источника.

Поскольку практически все электростанции имеют существенно отличающиеся схемы и компоновки оборудования циркуляционного водоснабжения, вопрос резервирования охлаждающей воды для ПЭХМ должен решаться с учетом конкретных условий. Один из примеров такого решения приведен на рис.I.

Электростанция имеет оборотную систему циркуляционного водоснабжения с градирнями-охладителями, в качестве резервного источника использована вода подпитки циркуляционной системы от магистрального оросительного канала (дебит воды на подпитку ограничен), давление в напорном циркуляционном водоводе и трубопроводе подпитки циркуляционной системы практически одинаковое и составляет порядка 70-I00 кПа (0,7-I,0 кгс/см^2), в связи с ухудшенным качест-

вом воды в системе оборотного циркуляционного водоснабжения забор воды на обшестанционную водоподготовительную установку (ВПУ) осуществляется только из трубопровода подпитки циркуляционной системы.

Схема рис.I обеспечивает:

- частичное подмешивание воды от резервного источника через регулирующий клапан подмеса 3I к воде от напорного циркуляционного водовода и сброс воды после конденсаторов ПЭХМ в сбросной циркуляционный водовод (под уровень воды);

- подачу к конденсаторам ПЭХМ воды только от резервного источника с последующим забором необходимого количества подогретой воды после конденсаторов на ВПУ и сбросом избытка воды в сбросной циркуляционный водовод. При потребностях ВПУ, превышающих расход охлаждающей воды конденсаторов ПЭХМ, автоматически прекращается сброс подогретой воды в циркуляционный водовод и производится забор остального количества воды на ВПУ непосредственно из резервного источника. Бесперебойность водоснабжения ВПУ при максимальной экономии тепла (уменьшается расход пара на подогрев воды перед ВПУ) обеспечивается устройством гидрозатвора высотой $H_{сл}$ на I-2 м превышающей максимальный напор воды резервного источника. Во избежание попадания воздуха, захватываемого падающей с большой высоты водой, на сторону всасывания насоса 33 предусмотрена установка воздухоотделителя 32 с трубопроводом отвода воздуха ($D_y \geqslant 40$ мм).

II.20. В переходные периоды года при достаточно холодной воде в напорном циркуляционном водоводе или резервном источнике схема должна обеспечивать хладоснабжение кондиционеров без включения ПЭХМ. Перед включением ПЭХМ и заполнением системы хладоснабжения обессоленной водой перемычки к циркуляционным водоводам надежно отключить (две арматуры с ревизией между ними).

II.2I. Эксплуатационные скоростные промывки системы хладоснабжения осуществлять циркуляционной водой, подаваемой на сторону всасывания насосов I9, либо водой из БХВ I6 при демонтированных разбрызгивающих трубах испарителя I и закрытой задвижке на отводящей трубе гидрозатвора I4 (при работе системы задвижку полностью открывать и принимать меры, предотвращающие ее ошибочное закрытие), сброс промывочных вод осуществлять в канализацию через лючок I5 гидрозатвора I4.

I2. На рис.2 представлена оптимальная открытая схема хладоснабжения кондиционеров с барометрическим отводом холодной воды и конденсата от ПЭХМ, однако по сравнению с закрытой схемой (см.рис.I) она имеет ряд недостатков:

- циркуляция хладоносителя обеспечивается двумя группами насосов (I9 и 36);

- имеются жесткие ограничения по высотной привязке кондиционеров относительно ПЭХМ;

- невозможно хладоснабжение кондиционеров в переходные периоды года от системы циркуляционного водоснабжения электростанции;

- схеме присущи все перечисленные ранее недостатки открытых схем хладоснабжения кондиционеров. В этой связи настоящая схема может быть рекомендована только при невозможности реализации закрытой схемы.

I3. При реализации СКВ с ПЭХМ в соответствии с рис.2 следует иметь в виду:

I3.I. Схема предусматривает подвод отепленной воды к ПЭХМ за счет глубокого вакуума в испарителе, в этой связи минимальные отметки размещения кондиционеров определяются установившимся при наиболее неблагоприятном режиме работы системы уровнем в общем трубопроводе отепленной воды, принятым расстоянием от этого уровня до верха трубопровода 39 перелива из системы, гидравлическими сопротивлениями трубопровода 39 и самотечного сливного трубопровода от поддона оросительной камеры наиболее низко расположенного кондиционера.

Минимально возможная высота гидрозатвора $H_{от\,мин}$ имеет место при гидравлическом сопротивлении тракта отепленной воды 29,3 кПа (0,3 кгс/см^2), барометрическом давлении 9I кПа (685 мм рт.ст.) и давлении в испарителе I3I2 Па (9,9 мм рт.ст.), что соответствует температуре кипения II°C, и равна 6,2 м.

Трубопровод перелива 39 предохраняет самый низко расположенный кондиционер от переполнения при значительном увеличении гидравлического сопротивления тракта отепленной воды или срыве вакуума в испарителе. Минимальное расстояние от верхней точки трубопровода 39 до рабочего уровня в общем трубопроводе отепленной воды принимается порядка 2 м, но при размещении кондиционеров на более высоких отметках целесообразно увеличить его до 3–5 м (уменьшение слива воды из системы, запас на увеличение гидравлического сопротивления).

Минимальное расстояние от верха трубопровода перелива 39 до отметки установки нижнего кондиционера должно быть на 0,8-I,3 м больше суммы максимальных значений гидравлических сопротивлений трубопровода перелива 39 и сливного трубопровода от кондиционера (ориентировочно на 2,5-3 м).

Таким образом, схема работоспособна при размещении кондиционеров примерно на одной отметке с ПЭХМ или выше.

I3.2. Максимальная высота гидрозатвора, предотвращающая прорыв воздуха в испаритель через трубопровод отепленной воды при гидравлическом сопротивлении тракта отепленной воды 9,78 кПа (0,I кгс/см^2), барометрическом давлении I0I кПа ((760 мм рт.ст.) и давлении в испарителе 757 Па (5,7 мм рт.ст.), что соответствует температуре кипения 3°С, равна 9,2 м, т.е. расстояние ΔH_{OT} от нижней точки трубопровода отепленной воды до максимального рабочего уровня воды в трубопроводе должно быть не менее 3 м, а с учетом запаса в 2 м - не менее 5 м.

I3.3. Во избежание попадания в испаритель I пузырьков воздуха, захватываемых падающей с большой высоты отепленной водой, необходимо предусматривать установку воздухоотделителя 32 с трубопроводом отвода воздуха ($D_y \geqslant 40$ мм).

I3.4. Трубопроводы отепленной воды от кондиционеров до испарителя ПЭХМ следует выполнять с минимальными гидравлическими сопротивлениями, обращая особое внимание на горизонтальные участки трубопроводов от поддонов оросительных камер 35.

I3.5. Закрытие арматуры на общем трубопроводе отепленной воды позволяет осуществить циркуляцию хладоносителя через испаритель I еще до создания в нем расчетного вакуума (хладоноситель от насоса I9 поступает в испаритель через перемычку с клапаном 22, кондиционеры по хладоносителю отключены). Это обеспечивает постепенное расчетное охлаждение воды в системе до начала подачи ее к оросительным камерам 35. При нормальной работе СКВ арматура на общем трубопроводе отепленной воды постоянно открыта, при опрессовке ПЭХМ она закрывается.

I3.6. Поскольку в оросительных камерах кондиционеров 35 происходит полное насыщение хладоносителя воздухом, гидрозатворы на трубопроводах перелива и соединения БХВ I6 с атмосферой не предусматриваются.

I3.7. Подпитка системы хладоснабжения осуществляется только в БХВ через поплавковый регулятор уровня химически очищенной водой питьевого качества (вода подпитки теплосети с открытой системой горячего водоснабжения потребителей).

I3.8. Компоновка насосов оросительных камер 36 должна обеспечивать залив насосов при нормальном уровне воды в поддонах камер. Необходимо предусматривать установку резервных насосов у каждого кондиционера.

I3.9. Для открытых схем хладоснабжения кондиционеров особенно актуальна организация периодических скоростных промывок систем хладоснабжений, так как при непосредственном контакте хладоносителя с воздухом в оросительных камерах 35 происходит загрязнение хладоносителя и загрязнения откладываются по тракту системы.

Промывка осуществляется циркуляционной водой, подводимой к БХВ I6. При установке перемычек и отглушении поддонов оросительных камер кондиционеров все трубопроводы системы хладоснабжения промываются под давлением по общему контуру со сбросом промывочных вод в канализацию через лючок I5 гидрозатвора I4 (разбрызгивающие трубы испарителя демонтируются, задвижка на отводящей трубе гидрозатвора I4 закрывается, трубопровод перелива 39 отглушается от бака во фланцевом соединении 40), а на заключительном этапе трубопровод 39 промывается через открытый лючок I5 на трубопроводе. Менее эффективная промывка трубопроводов системы возможна без установки перемычек и отглушения поддонов оросительных камер.

I3.I0. К приведенной на рис.2 схеме полностью относятся и требования пп.II.I - II.6; II.9, II.I0, II.I4 - II.I9.

Схема хладоснабжения, представленная на рис.2, может иметь ряд модификаций. В частности, на отметках, оговоренных в п.I3.I, могут быть установлены кондиционеры с обработкой воздуха в поверхностных теплообменниках либо кондиционеры с оросительными камерами и отводом отепленной воды от них в БОВ и далее насосом через регулятор поддержания уровня в БОВ - в общий трубопровод отепленной воды системы.

I3.II. Представленная на рис.3 открытая схема хладоснабжения кондиционеров должна предусматриваться только при расположении ПЭХМ на высоте, при которой не обеспечивается барометрический

отвод холодной воды и конденсата, а кондиционеров - на высоте, при которой не обеспечивается отвод отепленной воды к испарителю ПЭХМ.

Циркуляция хладоносителя в схеме обеспечивается тремя группами насосов (I9, 36 и 43), для откачки конденсата из конденсатора 4 необходима установка насосов 45, автоматическое поддержание уровней в испарителе I и конденсаторе 4, защита ПЭХМ от аварийного повышения уровня в испарителе. Схеме присущи также все перечисленные ранее недостатки открытых схем хладоснабжения и режима работы насосов при вакууме во всасывающем трубопроводе.

I4. При реализации СКВ с ПЭХМ в соответствии с рис.3 необходимо:

I4.I. Предусмотреть устройство воздухосборников перед всасывающими патрубками насосов I9 и 45 и отвод воздуха от них к соответствующим штуцерам испарителя I и конденсатора 4 трубопроводами $D_y \geqslant 32$ мм с постоянным подъемом (не менее 30^0).

I4.2. Реконструировать схему уплотнения сальников насосов I9 и 45 (если не использованы специальные конденсатные насосы) для предотвращения подсоса воздуха через сальники резервных насосов.

I4.3. Всасывающие трубопроводы насосов I9 и 45 выполнять с минимальным гидравлическим сопротивлением, при трассировке трубопроводов избегать горизонтальных участков.

I4.4. Регулирующий клапан 44 размещать в непосредственной близости от испарителя ПЭХМ (ограничение вакуумной зоны и уменьшение присосов воздуха в систему).

I4.5. Вместимость БОВ 42 принимать в соответствии с РТМ и с учетом его использования как аккумулятора холода.

I4.6. Подпитку системы хладоснабжения осуществлять только в БОВ 42 химически очищенной водой питьевого качества.

I4.7. Предусмотреть установку по одному резервному насосу на группы насосов 43 и 45.

I4.8. Трубопроводы отвода конденсата от вспомогательных конденсаторов I и II ступеней выполнить с гидрозатворами высотой 2,0 и 2,5 м соответственно.

I4.9. Эксплуатационные скоростные промывки системы хладоснабжения осуществлять циркуляционной водой, подводимой к БОВ 42. На

первом этапе промывать трубопроводы от БОВ 42 до насоса I9 (разбрызгивающие трубы испарителя демонтировать, сброс промывочных вод осуществлять через лючок I5 перед насосом I9), на втором - все остальные трубопроводы со сбросом промывочных вод через лючок I5 перед БОВ 42 (бак отглушается во фланцевом соединении 40).

I4.I0. Выполнять требования пп.II.I, II.9, II.I0, II.I6-II.I9, пп.I3.6 и I3.8.

В случае, если разности уровней в разбрызгивающих трубах испарителя I и баке 42 менее 4-5 м (с учетом гидравлического сопротивления регулирующего клапана 44), отвод отепленной воды из бака 42 в испаритель I можно осуществлять без насоса 43.

I5. На рис.4 представлена схема технологических трубопроводов холодильной станции с барометрическим отводом холодной воды и конденсата от ПЭХМ (применительно к закрытой схеме холодоснабжения кондиционеров в соответствии с рис.I). Станция может обеспечивать хладоснабжение кондиционеров и по открытой схеме в соответствии с рис.2, так как при одинаковой отметке установки разбрызгивающих труб всех испарителей I (однотипные ПЭХМ, установленные на одной отметке; станция, укомплектованная машинами I6Э и I7ЭП) будет иметь место саморегулирование распределения отепленной воды между испарителями всех работающих ПЭХМ.

При реализации схемы в соответствии с рис.4 рекомендуется:

I5.I. Отвод холодной воды от испарителей каждой ПЭХМ выполнять через индивидуальные гидрозатворы I4 с индивидуальными вводами холодной воды в БХВ I6. В общую линию могут быть объединены пароотводящие участки труб после гидрозатворов I4.

I5.2. Рабочие насосы холодной и охлаждающей воды (I9 и 28) выбирать на максимальную потребность системы, на каждую группу предусматривать установку не менее одного резервного насоса.

I5.3. В целях максимальной экономии электроэнергии на перекачку охлаждающей воды конденсаторов ПЭХМ организовать отвод воды после конденсаторов через сифон с автоматическим восстановлением вакуума в сливном трубопроводе при срыве сифона с помощью эжектора циркуляционной системы 47.

I5.4. Эксплуатационные скоростные промывки системы хладоснабжения осуществлять циркуляционной водой при полном отключении всех машин холодильной станции (схема промывки аналогична приведенной на рис.I или рис.2).

Список использованной литературы

1. ИНФОРМАЦИОННОЕ письмо № I6-85. Опыт эксплуатации систем кондиционирования воздуха с пароводяными эжекторными холодильными машинами на электростанциях. -М.: СПО Союзтехэнерго, I985.
2. ГОСТ I2.I.005-76. ССВТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
3. СНиП П-58-75. Электростанции тепловые. Нормы проектирования. М.: Стройиздат, I976.
4. ИНСТРУКЦИЯ по проектированию зданий и помещений для электронно-вычислительных машин: СН 5I2-78.-М.: Стройиздат, I979.
5. СИЛЬМАН М.А., Шумелишский М.Г. Пароводяные эжекторные холодильные машины. -М.: Легкая и пищевая промышленность, I984.

Ответственный редактор Н.К.Демурова
Литературный редактор З.И.Игнаткова
Технический редактор Б.М.Полякова
Корректор К.И.Миронова

Подписано к печати 04.0I.87 Формат 60х84 I/I6
Печать офсетная Усл.печ.л.I,4 Уч.-изд.л. I,5 Тираж I700 экз.
Заказ № 3/87 Издат.№ 86772 Цена 23 коп.

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий Союзтехэнерго
I05023, Москва, Семеновский пер., д.I5

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
I09432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6

gost.e-ecolog.ru